

# Equalization method and apparatus for long distance transmitting optical power

| Bibliographic data                            | Description  | Claims | Abstracts | Original document | INPADOC legal status   |
|---|--|--------|-----------|-------------------|--|
| Publication number:                           | CN1466301 (A)  |        |           |                   | Also published as:   |
| Publication date:                             | 2004-01-07   |        |           |                   |  CN1222820 (C) |
| Inventor(s):                                  | TAN SONG [CN]; WEI HAIBIN [CN]; YI XINGWEN [CN]  |        |           |                   |  |
| Applicant(s):                                 | HUAWEI TECH CO LTD [CN]  |        |           |                   |  |
| Classification:                               |  |        |           |                   |  |
| - international:                              | G02F1/39; H04B10/12; H04J14/02; G02F1/35; H04B10/12; H04J14/02; (IPC1-7): H04J14/02; H04B10/12 |        |           |                   |  |
| - European:                                   |  |        |           |                   |  |
| Application number:                           | CN20021025013 20020622   |        |           |                   |  |
| Priority number(s):                           | CN20021025013 20020622   |        |           |                   |  |
|   |  |        |           |                   |  |
|   |  |        |           |                   |  |
| <a href="#">View INPADOC patent family</a>    |  |        |           |                   |  |
| <a href="#">View list of citing documents</a> |  |        |           |                   |  |
| <a href="#">Report a data error here</a>      |  |        |           |                   |  |

## Abstract of CN 1466301 (A)

A balancing method and its device for long distance transmitting light power of a multiroad multiplex communication includes a multistage linear amplified multistage transmission link in signal transmission lines characterizing in applying an adjustable attenuation synthesizer to connect power amplifier to prebalance eath light source power at the signal sending end, then to balance light power by a balancing unit of a gain flat filter to make up of a gain flat filter balancing unit, then to balance light power by an adjustable attenuation synthesizer balance unit connecting to a power amplifier and a monitor feed back device in it to sample, analyse and process the output signal data.

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[ 51 ] Int. Cl<sup>7</sup>  
H04J 14/02  
H04B 10/12



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02125013.8

[43] 公开日 2004 年 1 月 7 日

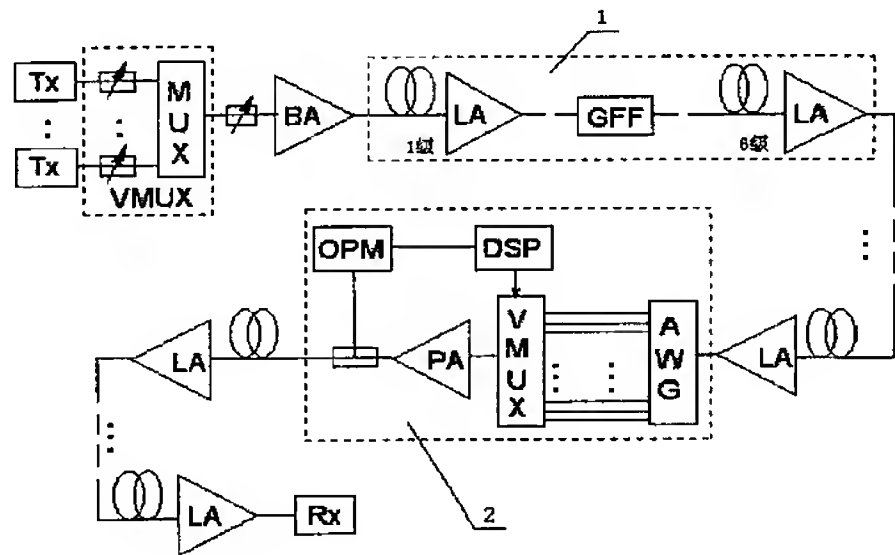
[11] 公开号 CN1466301A

[22] 申请日 2002.6.22 [21] 申请号 02125013.8  
[71] 申请人 华为技术有限公司  
地址 518057 广东省深圳市南山区科技园科  
发路 1 号华为用服中心大厦  
[72] 发明人 谭 松 魏海滨 易兴文 余祺琪

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 2 页

[54] 发明名称 长距离传输光功率均衡方法和装置  
[57] 摘要

一种涉及多路复用通信的长距离传输光功率均衡方法和装置，包括在信号传输线路中的多级线性放大，形成多级的传输链路，其特征在于：在信号发送端采用可调衰减合波器连接功率放大器对各光源光功率进行预均衡，再经过增益平坦滤波器均衡单元进行光功率均衡，在一个多级传输链路中，使用一个增益平坦滤波器，构成一个增益平坦滤波器均衡单元，然后，通过可调衰减合波器均衡单元进行光功率均衡；可调衰减合波器均衡单元内连有功率放大器以及监控反馈装置，对输出信号数据进行采样分析、处理，自动调节各信道衰减量，本发明简单易行、性能良好、实用性强，尤其适用于长距离或超长距离密集波分复用信号光传输。



1. 一种长距离传输光功率均衡方法，在信号传输中采用多级的线性放大，其特征在于：

A、首先，在信号发送端对各光源光功率进行预加重均衡；

5 B、再经过增益平坦滤波器（GFF）均衡单元（1）进行光功率均衡；

C、最后，通过可调衰减合波器（VMUX）均衡单元（2）进行光功率均衡。

2. 根据权利要求 1 所述的长距离传输光功率均衡方法，其特征在于：

10 所述步骤 C 中，进一步在所述的可调衰减合波器（VMUX）均衡单元（2）中接入功率放大器（PA），对光功率均衡后的光信号进行功率补偿。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的长距离传输光功率均衡方法，其特征在于：所述步骤 C 中，进一步在所述的可调衰减合波器（VMUX）均衡单元（2）中接入一监控反馈装置，对输出信号数据进行采样分析、处理，反馈作用于可调衰减合波器（VMUX），自动调节各信道衰减量。

15

4. 一种实现权利要求 1 所述的光功率均衡方法的长距离传输光功率均衡装置，包括在信号传输线路中的多级线性放大器，形成多级的传输链路，其特征在于：在信号发送端连接可调衰减合波器（VMUX）及功率放大器（BA），再与至少一个增益平坦滤波器（GFF）均衡单元（1）以及可调衰减合波器（VMUX）均衡单元（2）依次相连；所述增益平坦滤波器均衡单元（1）包括所述的由多级线性放大器构成的多级传输链路和一个增益平坦滤波器（GFF）；所述可调衰减合波器（VMUX）均衡单元（2）由分波器（AWG）与可调衰减合波器（VMUX）

20



顺序连接而成。

5. 根据权利要求 4 所述的长距离传输光功率均衡装置，其特征在于：  
所述的增益平坦滤波器（GFF）均衡单元（1）多级链接，构成多级的增益平坦滤波器（GFF）均衡单元（1）传输链路。
- 5 6. 根据权利要求 4 所述的长距离传输光功率均衡装置，其特征在于：  
所述的增益平坦滤波器（GFF）均衡单元（1）的传输链路级数为 6。
7. 根据权利要求 4 所述的长距离传输光功率均衡装置，其特征在于：  
所述的可调衰减合波器（VMUX）均衡单元（2）中，所述可调衰减合波器（VMUX）输出进一步连接功率放大器（PA）。
- 10 8. 根据权利要求 7 所述的长距离传输光功率均衡装置，其特征在于：  
所述的可调衰减合波器（VMUX）均衡单元（2）接入一监控反馈装置，对输出信号数据进行采样分析、处理，反馈作用于可调衰减合波器（VMUX）。
9. 根据权利要求 8 所述的长距离传输光功率均衡装置，其特征在于：  
15 所述的监控反馈装置包括光功率监控（OPM）和数字信号处理器（DSP），光功率监控（OPM）对输出信号数据进行采样分析、处理，通过数字信号处理器（DSP）反馈作用于可调衰减合波器（VMUX）。

## 长距离传输光功率均衡方法和装置

### 技术领域

- 5        本发明涉及多路复用通信,尤其涉及一种长距离传输光功率均衡方法和装置。

### 背景技术

- 10        由于掺铒光纤EDFA、拉曼Raman放大器增益谱并非绝对平坦、色散补偿模块DCM和光纤的衰减谱不平坦以及光纤的受激拉曼Raman散射等,密集波分复用DWDM信号随着传输距离的增加,其功率不平坦度将累积增加,这种情况在光信噪比OSNR不受限的中短距离密集波分复用DWDM传输中可以忽略,但是在长距离甚至超长距离传输中则不得不考虑,以100GHz间隔C-Band40波密集波分复用DWDM系统为例,在不进行功率均衡
- 15        的条件下经过500公里传输后,便有5dB左右的功率不平坦,继续传输更远距离各个信道的光功率将参差不齐,部分信道的光信噪比OSNR将劣化到收端无法正常接收的地步;为实现更长距离的传输,必须对系统进行光功率均衡,把光信噪比OSNR足够高的信道光功率进行适当调节,以弥补光信噪比OSNR严重劣化信道的光功率,达到各信道光功率整体均衡的
- 20        效果,从而保证所有信道光信噪比OSNR均能维持在系统允许范围内。

密集波分复用DWDM信号在几百公里的中短距离传输系统中,使用增益平坦滤波器GFF斜率均衡的方法可以满足中短距离传输系统需求,它具有插损小、成本低,在光信噪比OSNR不受限的中短距离传输系统中应用比较广泛。

虽然增益平坦滤波器GFF目前在中短距离传输中应用较广，但是，实际均衡单元的功率谱存在不一致性，在现实的工程设计中，增益平坦滤波器GFF不可能一一定制，因此，使用同一规格的增益平坦滤波器GFF进行多级均衡后会造成额外的功率不平坦，这在长距离或超长距离情况下尤为明显，这种均衡方案的灵活性较差，系统配置升级困难。

传输线路使用可调衰减合波器VMUX均衡单元可以将系统光功率不平坦度限制在很小的范围内，但是可调衰减合波器VMUX均衡功率代价大，如果各可调衰减合波器VMUX均衡单元多级级联会增加系统功率预算，成本相应提高，而且，在超长距离传输时，由于增益平坦滤波器GFF的工艺制作精度以及增益平坦滤波器GFF器件的归一化要求，经过增益平坦滤波器GFF均衡后，每个增益平坦滤波器GFF均衡单元仍会有2dB左右的光功率不平坦度，级联传输4个增益平坦滤波器GFF均衡单元后光功率不平坦度达到5dB以上，部分通道光信噪比OSNR已经劣化到无法正常接收，用以补偿功率的放大器会劣化光信噪比OSNR，使传输距离受限。

15

### 发明内容

本发明的目的在于提供一种灵活性较高，成本相对较低的长距离传输光功率均衡方法和装置。

本发明所采用的方法为：在信号传输中采用多级的线性放大，其特征在于：

20

A、首先，在信号发送端对各光源光功率进行预加重均衡；

B、再经过增益平坦滤波器 GFF 均衡单元进行光功率均衡；

C、最后，通过可调衰减合波器 VMUX 均衡单元进行光功率均衡；

所述的步骤 C 中，进一步在所述的可调衰减合波器 VMUX 均衡单元中接入功率放大器 PA，对光功率均衡后的光信号进行功率补偿；

25

所述的步骤 C 中，进一步在所述的可调衰减合波器 VMUX 均衡单元

中接入一监控反馈装置，对输出信号数据进行采样分析、处理，反馈作用于可调衰减合波器 VMUX，自动调节各信道衰减量。

实现上述光功率均衡方法的长距离传输光功率均衡装置，包括在信号传输线路中的多级线性放大器，形成多级的传输链路，其特征在于：  
5 在信号发送端连接可调衰减合波器 VMUX 及功率放大器 BA，再与至少一个增益平坦滤波器 GFF 均衡单元以及可调衰减合波器 VMUX 均衡单元依次相连；所述增益平坦滤波器均衡单元包括所述的由多级线性放大器构成的多级传输链路和一个增益平坦滤波器 GFF；所述可调衰减合波器 VMUX 均衡单元由分波器 AWG 与可调衰减合波器 VMUX 顺序连接而成；

10 增益平坦滤波器 GFF 均衡单元多级链接，构成多级的增益平坦滤波器 GFF 均衡单元传输链路；所述的增益平坦滤波器 GFF 均衡单元的传输链路级数为 6；可调衰减合波器 VMUX 均衡单元中，所述可调衰减合波器 VMUX 输出进一步连接功率放大器 PA；可调衰减合波器 VMUX 均衡单元接入一监控反馈装置，对输出信号数据进行采样分析、处理，反馈  
15 作用于可调衰减合波器 VMUX，自动调节各信道衰减量；监控反馈装置包括光功率监控 OPM 和数字信号处理器 DSP，光功率监控 OPM 对输出信号数据进行采样分析、处理，通过数字信号处理器 DSP 反馈作用于可调衰减合波器 VMUX。

本发明的有益效果为：在本发明中，首先采用光源预加重均衡，  
20 将进入传输链路以前的密集波分复用 DWDM 信号光功率谱的平坦度保持在一定水平，达到抑制光信噪比 OSNR 劣化的作用，提升系统性能，进而采用增益平坦滤波器 GFF 均衡单元进行光功率均衡，充分发挥增益平坦滤波器 GFF 的优势，最大可能地降低了实现均衡的成本；利用可调衰减合波器 VMUX 来进一步均衡增益平坦滤波器 GFF 均衡所残余的不平坦  
25 度，不仅改善了均衡效果，而且极大地提升了系统配置的灵活性，可以很好的适应系统配置的优化、升级，使整个均衡方案不仅具有成本上的

优势，而且这种方案简单易行，调节精度高，均衡效果好，能灵活适应系统配置的优化，因此，将光源预加重、增益平坦滤波器 GFF 均衡与可调衰减合波器 VMUX 均衡相结合，可以顺利实现密集波分复用 DWDM 光信号超长距离的传输，不仅成本合理，光功率均衡效果明显，系统配置灵活，而且整个系统性能指标完全符合长距离光传输的要求，使本发明简单易行、性能良好。

增益平坦滤波器 GFF 均衡单元多级链接，构成多级的增益平坦滤波器 GFF 均衡单元链路，以及增益平坦滤波器 GFF 均衡单元在每 6 级传输链路中，使用一个增益平坦滤波器 GFF，可以较大程度地利用增益平坦滤波器 GFF 降低成本，同时，使得多级增益平坦滤波器 GFF 均衡单元造成的在长距离或超长距离情况下的额外的功率不平坦不至于影响整个系统的性能或由此引起的整个系统相对成本的增加，提高了本发明的实用性和性能价格比；可调衰减合波器 VMUX 均衡单元中，可调衰减合波器 VMUX 输出连接功率放大器 PA，可以弥补可调衰减合波器 VMUX 均衡单元的插损，作为功率补偿，提高整体性能；可调衰减合波器 VMUX 均衡单元接入一监控反馈装置，对输出信号数据进行采样分析、处理，反馈作用于可调衰减合波器 VMUX，自动调节各信道衰减量，以及监控反馈装置采用光功率监控 OPM 和数字信号处理器 DSP 对输出信号数据进行采样分析、处理、反馈，使本发明实现自动化的实时控制，且进一步提高了调整精确度，提高了本发明的性能和实用性。

总之，本发明简单易行、性能良好、实用性强，尤其适用于长距离或超长距离密集波分复用 DWDM 信号光传输。

#### 附图说明

图1为采用可调衰减合波器预加重均衡示意图；



图2为增益平坦滤波器GFF均衡单元示意图；

图3为可调衰减合波器均衡单元示意图；

图4为本发明总体结构示意图。

## 5 具体实施方式

下面根据附图和实施例对本发明作进一步详细说明：

根据图 1、图 2、图 3 和图 4，本发明包括在信号传输线路中的多级线性放大 LA，形成多级的传输链路，如图 1 和图 4 所示，在信号发送端 Tx 可调衰减合波器 VMUX 连接功率放大器 BA 对各光源光功率进行预加重均衡，可调衰减合波器 VMUX 包括可调衰减器和合波器，可调衰减合波器 VMUX 和功率放大器 BA 之间连有可调衰减器，再通过增益平坦滤波器 GFF 均衡单元 1 以及可调衰减合波器 VMUX 均衡单元 2 依次相连直至接收端 Rx；经过增益平坦滤波器 GFF 均衡单元 1 进行光功率均衡，如图 2 所示，在一个 6 级传输链路中，在传输链路中为 6X80km，即在一个 6 级线性放大 LA 的传输链路中，使用一个增益平坦滤波器 GFF，构成一个增益平坦滤波器 GFF 均衡单元 1，如图 4 所示系统中，密集波分复用 DWDM 信号采用 100GHz 间隔 C-Band40 波 10Gb/s 信号，通过超长距离的 25X80km 传输，这样，在本实施例中则可采用增益平坦滤波器 GFF 均衡单元 1 的 4 级链接，构成 4 级增益平坦滤波器 GFF 均衡单元 1 链路；然后，通过可调衰减合波器 VMUX 均衡单元 2 进行光功率均衡，如图 3 所示，可调衰减合波器 VMUX 均衡单元 2 由分波器 AWG 与可调衰减合波器 VMUX 顺序连接而成，可调衰减合波器 VMUX 输出连接功率放大器 PA，可调衰减合波器 VMUX 均衡单元 2 接入一监控反馈装置，监控反馈装置包括光功率监控 OPM 和数字信号处理器 DSP，光功率监控 OPM 对输出信号数据进行采样分析、处理，通过数字信号处理器 DSP 反馈作用于可调衰

减合波器 VMUX，自动调节各信道衰减量使密集波分复用 DWDM 光功率谱趋于平坦，为提高监控反馈装置的灵活性，光功率监控 OPM 的采样频率可以通过软件进行控制，而且可调衰减合波器 VMUX 各通道衰减量可以设置为手动调节等。

- 5        在实际操作中，通过测试增益平坦滤波器 GFF 均衡单元 1 中实际的光功率不平坦度，确定增益平坦滤波器 GFF 的插损谱，增益平坦滤波器 GFF 的插损谱是固定的，当增益平坦滤波器 GFF 放置在增益平坦滤波器 GFF 均衡单元 1 内不同位置时，对最终输出光信号的功率平坦度、光信噪比 OSNR 平坦度会有一定程度的影响，例如，把平坦度很好的密集波分复用 DWDM 光源输入增益平坦滤波器 GFF 均衡单元 1，依次改变增益平坦滤波器 GFF 放置的位置，在增益平坦滤波器 GFF 均衡单元 1 末端测试整个增益平坦滤波器 GFF 均衡单元 1 最终输出密集波分复用 DWDM 信号的光功率谱和光信噪比 OSNR 谱，综合考虑功率平坦度和光信噪比 OSNR 平坦度进行优化，从而确定增益平坦滤波器 GFF 在增益平坦滤波器 GFF 均衡单元 1 中的最佳位置。
- 10
- 15

最后，通过可调衰减合波器 VMUX 均衡以后的光功率平坦度理论上可以调节到 0dB，但由于系统光功率的抖动在传输链路中的级联叠加，实际实验中光功率平坦度可以由可调衰减合波器 VMUX 调节到 0.5dB 以下，这对经过可调衰减合波器 VMUX 以后的密集波分复用 DWDM 信号进入下级传输链路来说，已经趋于理想状态。

20

如图 4 所示系统中，通过超长距离的 25X80km 传输，每通过一次可调衰减合波器 VMUX 均衡装置，密集波分复用 DWDM 信号可以传输 12X80km 以后光功率平坦度保持在 4dB 左右，如果系统中不使用增益平坦滤波器 GFF 均衡单元 1，25X80km 超长距离传输需要 2 套如图 3 所示的可调衰减合波器 VMUX 功率均衡装置，这样就会大大提高系统的成本。

25

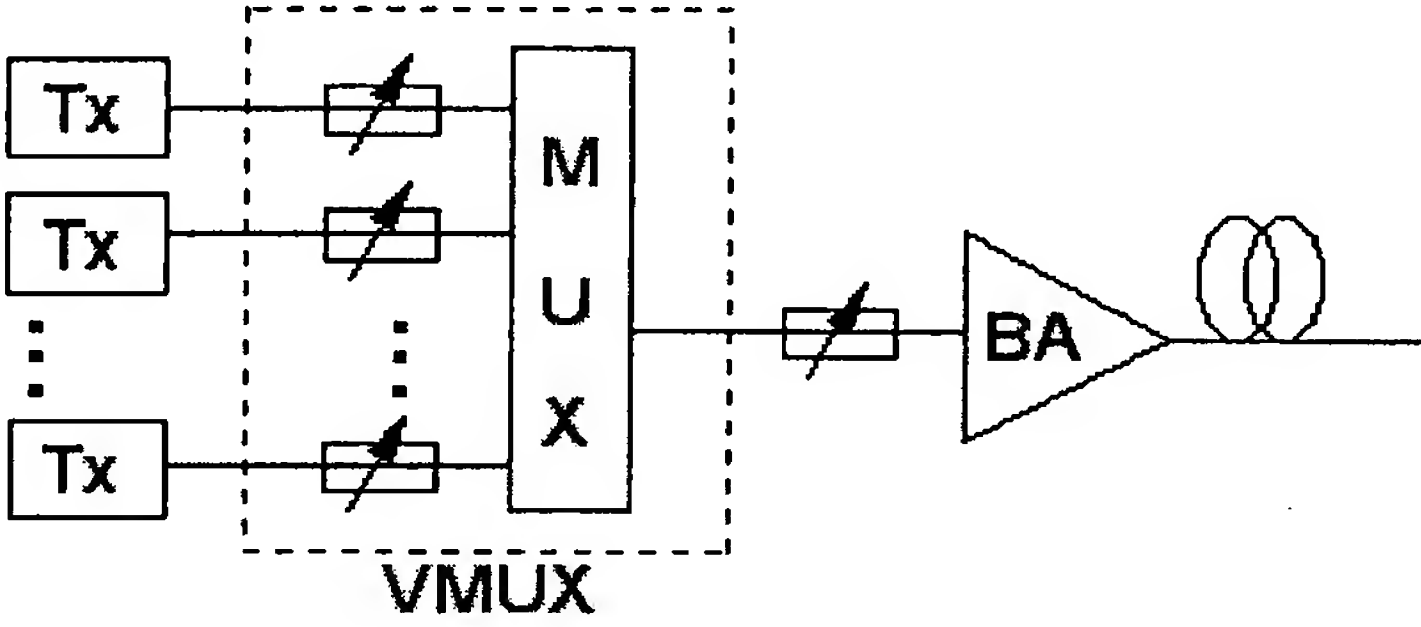


图1

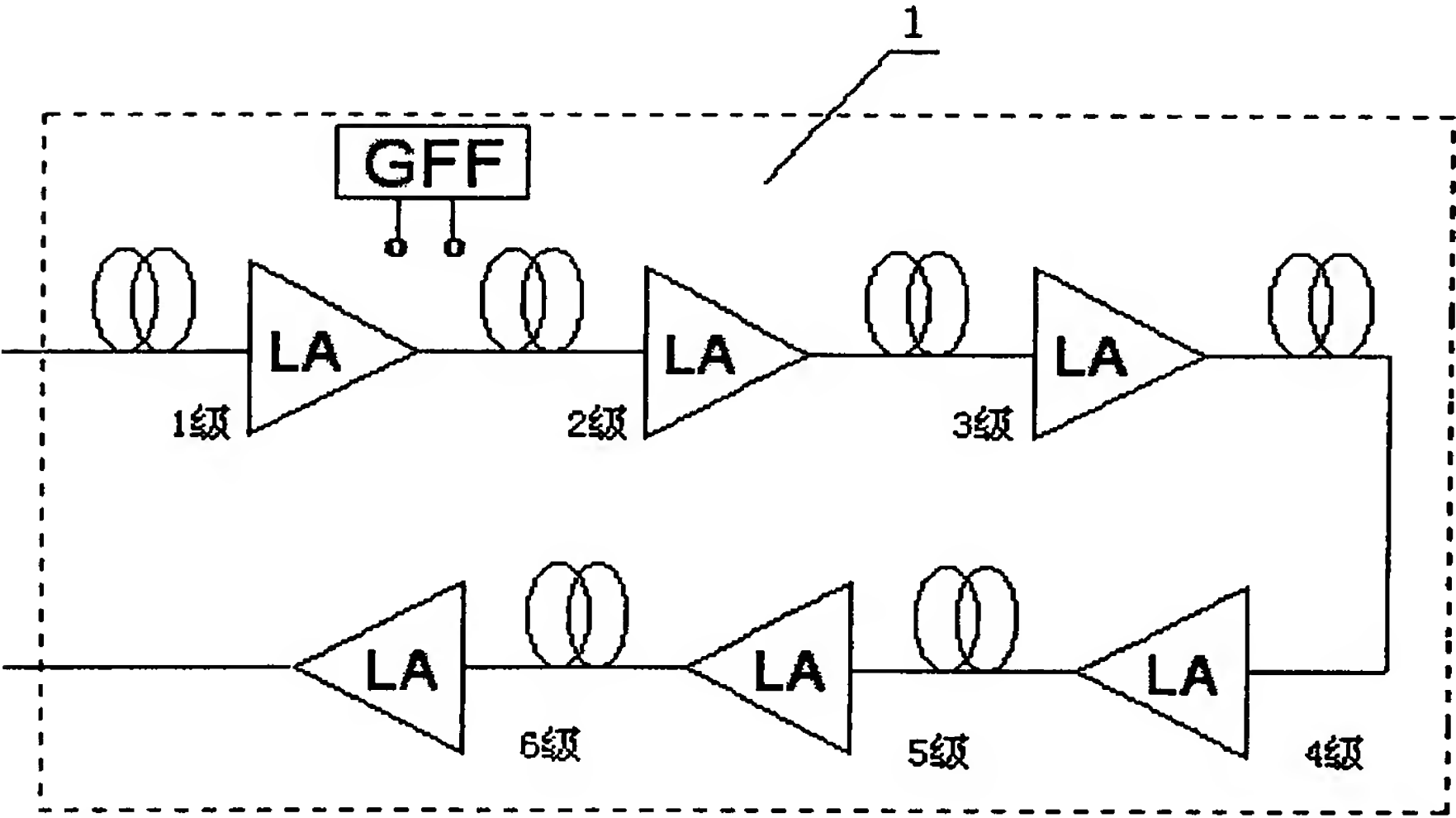


图2

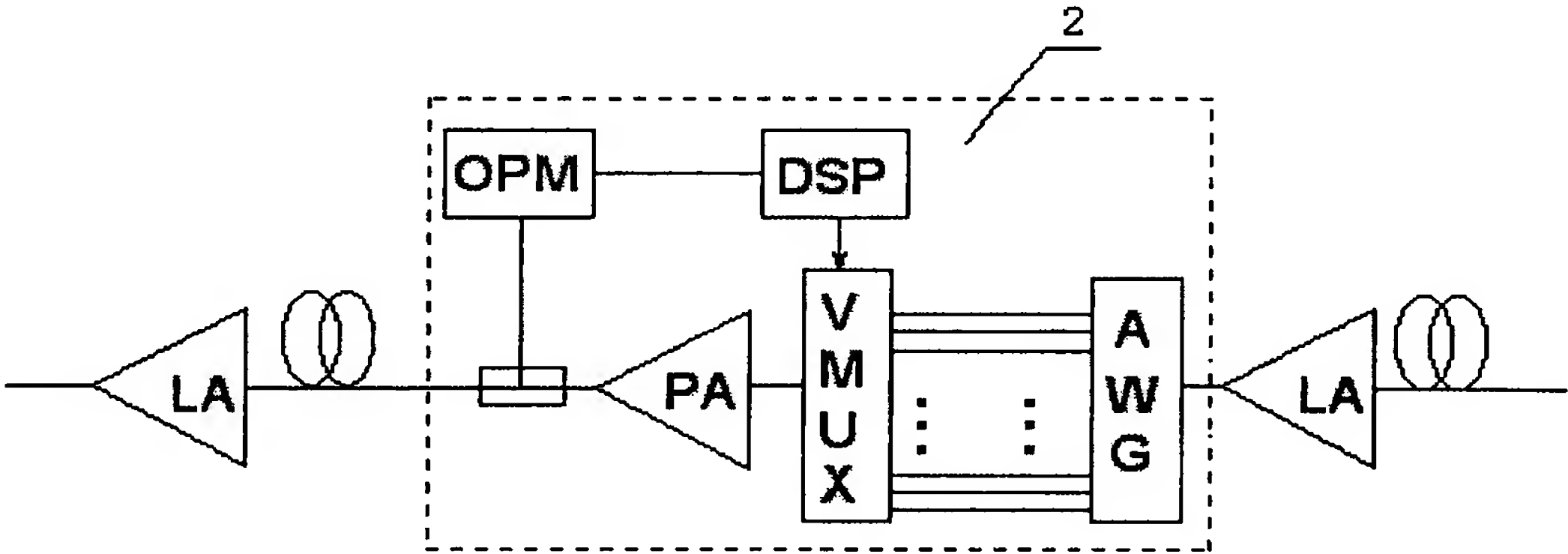


图3

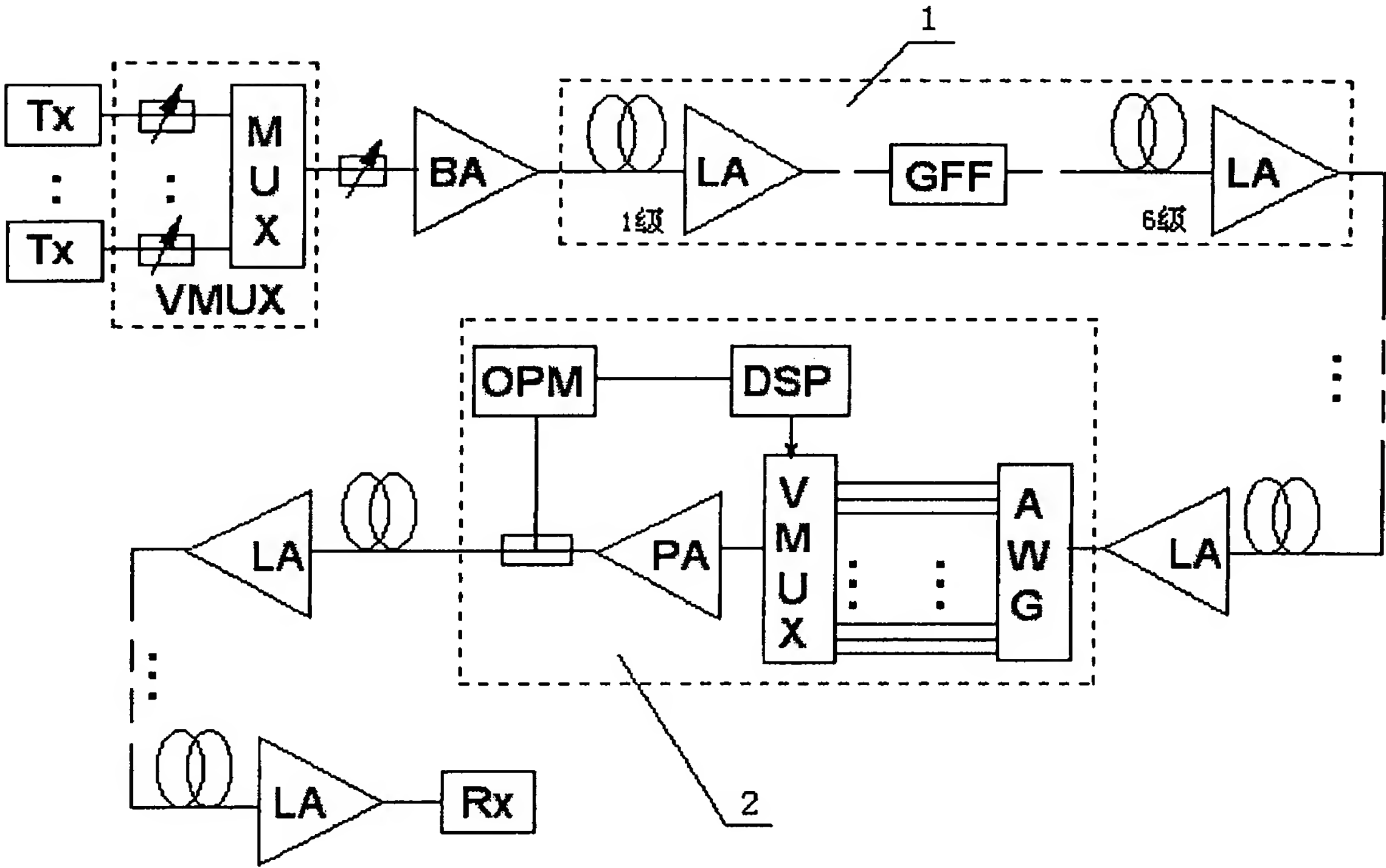


图4